



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 036 769 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.09.2000 Patentblatt 2000/38**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **C02F 1/46**

(21) Anmeldenummer: **00105538.3**

(22) Anmeldetag: **16.03.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **17.03.1999 DE 19911875**

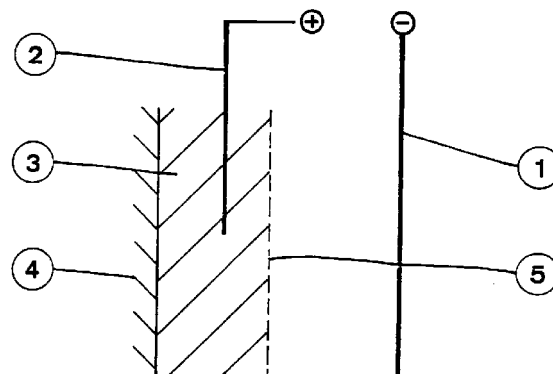
(71) Anmelder:  
**Judo Wasseraufbereitung GmbH  
D-71364 Winnenden (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Dr.Söcknick Ralf  
70806 Kornwestheim (DE)**  
• **Neidhardt Klaus  
75228 Ispringen (DE)**  
• **Bomm Günter  
71522 Backnang (DE)**

(74) Vertreter:  
**KOHLER SCHMID + PARTNER  
Patentanwälte  
Ruppmannstrasse 27  
70565 Stuttgart (DE)**

(54) **Vorrichtung zur elektrolytischen Behandlung von Wasser bzw. wässrigen Lösungen**

(57) Eine Vorrichtung zur elektrolytischen Behandlung von Wasser bzw. wässrigen Lösungen mit einer Anode und einer Kathode ist dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (3) eine Kohlenstoffpartikelschüttung umfaßt, wobei elektrischer Strom über eine elektrolytisch beständige, in die Schüttung hineinragende Stromzuführung (2) in die Anode (3) eingeleitet wird, und daß die Anode (3) durch ein Diaphragma (5) aus nichtleitendem Material von der Kathode getrennt ist, welches für die wässrige Lösung und den elektrischen Strom durchlässig ist, nicht jedoch für die Kohlenstoffpartikel der Anodenschüttung. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann über die Form des Diaphragmas die äußere Form der Anode gewählt werden, wobei man gleichzeitig durch die Eigenschaft der Kohlepartikelschüttung sehr günstige Anodeneigenschaften erhält. Vorteilhaft sind die sehr große Anodenoberfläche, die sich als Summe der Oberflächen aller Einzelpartikel ergibt, eine Reduzierung der Grenzflächeneffekte durch Verringerung -von Konzentrationsgefällen und ein verbessertes Ablöseverhalten der sich bildenden Gasbläschen aufgrund der körnigen und scharfkantigen Struktur der Kohlenstoffpartikel.



**Fig 1**

**EP 1 036 769 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur elektrolytischen Behandlung von Wasser bzw. wässrigen Lösungen, insbesondere für die Verhinderung von unerwünschten Kalkausfällungen aus dem Wasser, mit mindestens zwei räumlich voneinander beabstandeten Elektroden, die im Betriebszustand auf unterschiedlichen elektrischen Potentialen gehalten werden, wobei die Potentialdifferenz mindestens so groß gewählt ist, daß eine Elektrolyse von Wasser zwischen den Elektroden erfolgt, mit einer Schüttung von an ihrem Platz fixierten Kohlenstoffpartikeln, in die elektrolytisch beständige Stromzuführungen hineinragen, über welche Elektrolysestrom in die Elektroden eingeleitet wird, und mit einem Diaphragma aus nichtleitendem Material, welches für die wässrige Lösung und den elektrischen Strom durchlässig ist, nicht jedoch für die Kohlenstoffpartikel der Schüttung.

**[0002]** Eine derart aufgebaute Elektrolysevorrichtung ist aus der US-A 3,915,822 bekannt. Die dort beschriebene elektrochemische Vorrichtung ist allerdings nicht zur Verhinderung von Härteausfällungen aus Wasser, sondern zur Rückgewinnung von Metallen aus wässrigen Lösungen ausgelegt.

**[0003]** Bei der Elektrolyse von Wasser bzw. wässrigen Lösungen besteht eines der Hauptprobleme darin, daß die als Anode geschaltete Elektrode einem sehr starken elektrolytischen und/oder chemischen Angriff ausgesetzt wird. Durch die positive Ladung erhöht sich die Neigung von metallischen Anodenwerkstoffen in der Regel dramatisch, als positiv geladene Metallionen in Lösung zu gehen.

**[0004]** Hinzu kommt, daß sich an der Anode sowohl Sauerstoffradikale, als auch H<sup>+</sup>-Ionen bilden, die den Anodenwerkstoff angreifen können. Daher kommen nur wenige Werkstoffe wie z. B. platinisiertes Titan oder Graphit als Anodenmaterial in Frage.

**[0005]** Inertelektroden, die Edelmetalle beinhalten, sind naturgemäß ausgesprochen kostspielig und die aktive Anodenfläche wird dementsprechend so klein wie möglich gehalten, was wiederum den elektrischen Widerstand der Elektrolysezelle vergrößert. Graphitelektroden sind zwar wesentlich kostengünstiger, sie lassen sich aber mit vernünftigem Aufwand nur als Stab- oder Plattenmaterial herstellen. Komplexe oder großflächige Anodenformen würden wiederum zu einem erheblichen Aufwand führen.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es demgegenüber, eine Elektrolysevorrichtung der eingangs beschriebenen Art mit möglichst einfachen Mitteln dahingehend weiterzubilden, daß beliebige Geometrien hinsichtlich der äußeren Form der Anode leicht herstellbar sind, und daß eine größere Werkstoffauswahl, insbesondere im Hinblick auf unterschiedliche Dichten und Porengrößen zur zielgenauen Anpassung an die jeweiligen Erfordernisse der Elektrolysevorrichtung zur Auswahl stehen.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe auf ebenso einfache wie kostengünstige Weise dadurch, daß mindestens eine Anode vorgesehen ist, die aus einer Stromzuführung, der Schüttung von Kohlenstoffpartikeln, in welche die Stromzuführung hineinragt, sowie dem die Schüttung umgebenden Diaphragma aufgebaut ist, daß das Diaphragma so ausgebildet ist, daß es die äußere Form der Anode, deren räumlichen Lage, sowie deren Abstand zur nächstgelegenen Kathode bestimmt, daß zwischen dem Diaphragma und der nächstgelegenen Kathode keine Kohlenstoffpartikel angeordnet sind, und daß das Diaphragma aus einem Sinterwerkstoff aus Kunststoff besteht, dessen Poren kleiner als die Korngröße der für die Anodenschüttung verwendeten Kohlenstoffpartikel sind.

**[0008]** Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann nun über die Form des Diaphragmas die äußere Form der Anode - insbesondere die der Kathode zugewandte Seite - gewählt werden, wobei man gleichzeitig durch die Eigenschaft der Kohlepartikelschüttung sehr günstige Anodeneigenschaften erhält. Vorteilhaft sind z. B. die sehr große Anodenoberfläche, die sich als Summe der Oberflächen aller Einzelpartikel ergibt, eine Reduzierung der Grenzflächeneffekte durch Verringerung von Konzentrationsgefällen und ein verbessertes Ablöseverhalten der sich bildenden Gasbläschen aufgrund der körnigen und scharfkantigen Struktur der Kohlenstoffpartikel.

**[0009]** Außerdem können Anode und Kathode ohne Kurzschlußrisiko in sehr enger räumlicher Nachbarschaft angeordnet werden, wodurch der elektrische Widerstand zwischen Anode und Kathode besonders gering gehalten werden kann. Dabei erweist es sich weiterhin als vorteilhaft, daß der verwendete Kunststoff/Sinterwerkstoff in sich steif und in einer festen dreidimensionalen Form mit Hilfe eines entsprechend angepaßten Sinterwerkzeuges in beliebigen Geometrien (Rohre, Hohlkegel, Stufenkegel, Hohlzylinder usw.) hergestellt werden kann. Für Variationen von Dichten, Porengrößen und anderen Materialeigenschaften steht eine riesige Auswahl von sinterfähigen Kunststoffen zur Verfügung.

**[0010]** In der oben zitierten US-A 3, 915, 822 wird im übrigen keinerlei Hinweis darauf gegeben, daß mit dem verwendeten Diaphragma die äußere Form einer Elektrolyseanode und deren räumliche Lage zur Kathode gezielt und definiert bestimmt werden soll. Mit den dort vorgeschlagenen isolierenden Netzen als Diaphragma ist dies auch aus den oben genannten Gründen nicht oder nur bedingt möglich.

**[0011]** In JP 9253652 A, Referat aus Patent Abstracts of Japan, ist zwar eine Vorrichtung zur elektrolytischen Behandlung von wässrigen Lösungen mit einer Anode und einer Kathode offenbart, jedoch weist diese bekannte Elektrolysezelle keine Schüttung von Kohlenstoffpartikeln auf. Insbesondere sind die dort wahlweise (alternativ zu Ferriten) eingesetzten Kohlen-

stoffpartikel keinesfalls an ihrem Platz fixiert, wie dies bei der Schüttung in der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Fall ist, sondern es handelt sich um eine Schwebebettvorrichtung.

**[0012]** Die Anode besteht bei dieser bekannten Vorrichtung lediglich aus einem an einem Ende konisch zulaufenden Zylinder, der von strömendem Wasser umgeben ist, in welchem fein verteilte Partikel in der Schwebe gehalten werden sollen. Bei dieser Vorrichtung wird einerseits die extrem lockere Ansammlung von Partikeln zwangsweise durchströmt, was auch erforderlich ist, um das Schwebebett aufrechtzuerhalten. Es handelt sich also gerade nicht um eine Schüttung im üblichen Sinne, wo die geschütteten Partikel an ihrem Platz im wesentlichen fixiert sind. Andererseits ergeben sich durch diese gravierenden strukturellen Unterschiede auch völlig andere Effekte und es werden auch andere Ziele als bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung verfolgt: Von der Oberfläche der konisch zulaufenden Anode wird nämlich bei der bekannten Vorrichtung Ladung an zufällig vorbeiströmende und die Oberfläche der Anode berührende Partikel abgegeben, die ihrerseits durch Kollision mit anderen Partikeln ihre Ladung sozusagen von Partikel zu Partikel weiterreichen. Ein erheblicher Stromfluß kann in einem solchen Schwebebett nicht zustandekommen, im Gegenteil ergibt sich ein extrem hoher elektrischer Widerstand, da die einzelnen Partikel von dem sie umgebenden Wasser jeweils isoliert sind und lediglich dann Ladung weitergeben, wenn sie auf andere Partikel treffen.

**[0013]** Die Festbettschüttung von an ihrem Platz fixierten Kohlenstoffpartikeln bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung hingegen hat einen äußerst geringen internen elektrischen Widerstand, so daß problemlos ein erheblicher Stromfluß innerhalb der Anode, die von der Festbettschüttung gebildet wird, erfolgen kann. Die Anode **besteht** nämlich erfindungsgemäß aus der Festbettschüttung, einer in die Schüttung hineinragenden Stromzuführung sowie den die Anode umgebenden Wänden einschließlich des Diaphragmas als formgebenden Teilen der Anode.

**[0014]** Im Gegensatz zu der bekannten Vorrichtung nach JP 9253652 A erfolgt keine zwangsweise Durchströmung der Festbettschüttung, sondern höchstens ein Anströmen der im Randbereich beim Diaphragma positionierten Partikel. Außerdem werden die Kohlenstoffpartikel der Festbettschüttung keinesfalls transportiert sondern bleiben im wesentlichen lagefixiert mit engem Körperkontakt zu benachbarten Partikeln, so daß aufgrund der ständigen Berührung vieler Feststoffoberflächen ein hoher Stromfluß ohne großen elektrischen Widerstand innerhalb der Schüttung als durchgängige Stromverbindung möglich wird.

**[0015]** Eine weitere Elektrolyseeinrichtung zur Erzeugung von Trinkwasser ist bekannt aus der JP 53-88665 A. Dabei ist eine gesinterte Membran vorgesehen, die einen Elektrolysetank in zwei Hälften trennt. Eine Schüttung von Kohlenstoffpartikeln enthält die

bekannte Vorrichtung nicht.

**[0016]** Aus der EP 723 936 A2 ist ebenfalls eine Vorrichtung zur Elektrolyse von Wasser bekannt, bei der eine zusammengesetzte Elektrode vorgesehen ist, die aus mehreren Platten aufgebaut ist, welche von außen nach innen aus elektrisch leitendem Material, aus elektrisch nicht leitendem Material sowie im Kern aus einem porösen Diaphragma bestehen. Eine Schüttung aus Kohlenstoffpartikeln ist nicht vorgesehen.

**[0017]** Die DE 30 14 887 A1 schließlich beschreibt eine Elektrolyseeinrichtung, bei der eine Elektrolysezelle durch eine Membran in eine Anodenkammer und eine Kathodenkammer aufgeteilt wird. Die Membran soll vorzugsweise eine Platte aus Zypressenholz sein, kann jedoch auch aus synthetischen Materialien aufgebaut sein. In beiden Kammern der Elektrolysezelle ist jeweils eine Mischung aus leitfähigen und nicht leitfähigen Partikeln vorgesehen, wobei die leitfähigen Partikel auch Kohlenstoff-Partikel umfassen können. Damit soll eine Bipolarität der stromleitenden Partikel und damit das gleichzeitige Auftreten von Oxidations- und Reduktionsreaktionen an doppel polarisierten Partikeln vermieden werden. Die mit dieser Struktur beabsichtigten Wirkmechanismen sind also deutlich von denen der erfindungsgemäßen Vorrichtung verschieden. Auch ist bei der bekannten Elektrolysiereinrichtung keine Anode vorgesehen, die einen speziellen Aufbau wie bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung aufweist. Außerdem ist die Mischung aus leitenden und nicht leitenden Partikeln auch im Raum zwischen dem Diaphragma und der als Kathode wirkenden Elektrode der bekannten Elektrolysiereinrichtung angeordnet. Schließlich ist auch nicht andeutungsweise offenbart, daß mit Hilfe des Diaphragmas und der zunächst verformbaren Kohlenstoffschüttung die äußere Form der Anode, deren räumliche Lage sowie deren Abstand zur nächstgelegenen Kathode bestimmt werden kann.

**[0018]** Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform der Erfindung, bei der der mittlere Abstand zwischen dem Diaphragma und der nächstgelegenen Kathode kleiner als 50 mm ist, vorzugsweise zwischen 1 mm und 10 mm.

**[0019]** Bei Ausführungsformen der Erfindung kann die Stromzuführung für die Einleitung des elektrischen Stromes in die Kohlenstoff-Anodenschüttung ebenfalls aus Kohlenstoff, insbesondere aus Graphit bestehen. Derartige Graphitelektroden sind handelsüblich, preiswert und vor allem elektrolysebeständig.

**[0020]** Bei anderen Ausführungsformen besteht die Stromzuführung für die Einleitung des elektrischen Stromes in die Anodenschüttung aus Metall.

**[0021]** Vorzugsweise besteht bei Weiterbildungen dieser Ausführungsformen die Stromzuführung aus mit Edelmetall und/oder Edelmetalloxid überzogenem Titan, um eine besonders hohe Beständigkeit gegen die Elektrolyse zu erreichen.

**[0022]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung enthält

die Anode eine Aktivkohleschüttung. Die Anodenschüttung kann aber auch Graphitpartikel enthalten, was die elektrische Leitfähigkeit erhöht.

**[0023]** Vorteilhaft ist auch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der die Schüttungsdichte der Kohlenstoffpartikel zwischen 200 und 750 g/l, vorzugsweise 400 bis 600 g/l beträgt.

**[0024]** Bevorzugt weisen die Kohlenstoffpartikel der Anodenschüttung eine Korngröße zwischen 0,1 und 10 mm, vorzugsweise zwischen 0,5 und 2 mm auf.

**[0025]** In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Diaphragma aus feinporigem Polyethylen-sintermaterial hergestellt, dessen Poren kleiner als die Korngröße der für die Anodenschüttung verwendeten Kohlepartikel sind.

**[0026]** Eine weitere besonders bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß das Diaphragma eine Dicke von 0,5 bis 50 mm, vorzugsweise zwischen 1 und 5 mm aufweist.

**[0027]** Eine vorteilhafte räumliche Anordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß das Diaphragma als zylindrische Hülse ausgebildet ist, die mit der Kohleschüttung der Anode gefüllt und von der Kathode umgeben ist.

**[0028]** Alternativ kann bei einer weiteren Ausführungsform das Diaphragma und eine das Diaphragma umgebende äußere Wand einen Ringspalt einschließen, der mit der Kohleschüttung der Anode befüllt ist, und das Diaphragma die Kathode ringförmig umschließen.

**[0029]** Ganz besonders bevorzugt ist dabei eine Weiterbildung dieser Ausführungsform, bei der die Kathode bürstenförmig, insbesondere mit sternförmig radial abstehenden Borsten ausgebildet ist. Eine derartige bürstenförmige Anordnung an sich ist in der (nachveröffentlichten) deutschen Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen 198 52 956. 2-41 ausführlich beschrieben.

**[0030]** Ganz besonders bevorzugt ist eine Weiterbildung, bei der das Diaphragma gleichzeitig als Abstandhalter und Isolator zwischen der Anode, insbesondere dem Schüttungsmaterial, und der Kathode fungiert.

**[0031]** Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter aufgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

**[0032]** Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1 einen schematischen Vertikalschnitt durch eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

5 Fig.2 einen schematischen Horizontalschnitt durch eine weitere Ausführungsform, bei der eine stabförmige Anode zylindermantelförmig von der Kathode umgeben ist;

10 Fig.3 eine Ausführungsform, bei der eine stabförmige Kathode von der erfindungsgemäß ausgebildeten Anode ringförmig umgeben ist; und

15 Fig.4 wie Fig.3, aber mit bürstenförmiger Kathode.

Beispiel 1:

**[0033]** Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Fig. 1 dargestellt. Eine Kathode 1 ist gegenüber einem Diaphragma 5 angeordnet, das eine als Anode 3 wirkende Schüttung von Kohlepartikeln, zusammen mit einer zweiten Wand 4 - die vorzugsweise die Außenwand eines Elektrolysebehälters bildet - an ihrem Platz fixiert. Der Elektrolysestrom wird hierbei über eine elektrolytisch beständige, vorzugsweise metallene Stromzuführung 2 bestehend z. B. aus platinisiertem Titan in die Anode 3 (Kohlenstoffpartikelschüttung) eingeleitet.

Beispiel 2:

**[0034]** Eine besonders einfache und kostengünstige Anordnung ist in Fig. 2 dargestellt. Hierbei ist die Anode 3' aus einer Kohlenstoffpartikelschüttung vom Diaphragma 5' zylindermantelförmig umgeben und die metallene Stromzuführung 2' entspricht der im Beispiel 1 beschriebenen. Die Kathode 1' ist um die Anode 3' bzw. das Diaphragma 5' herumgeführt, bevorzugt herumgewickelt und besonders bevorzugt mit direktem Kontakt um das hülsenförmige Diaphragma 5' herumgewickelt, so daß der räumliche Abstand zwischen Anode 3' und Kathode 1' sich auf die Dicke des Diaphragmas 5' reduziert, wodurch der elektrische Widerstand der Elektrolysezelle, die von der Behälterwand 4' umschlossen wird, minimiert werden kann.

Beispiel 3:

**[0035]** Eine besonders bevorzugte Ausführungsform ist in Fig. 3 dargestellt. Hier ist eine im wesentlichen stabförmige Kathode 1'' von dem Diaphragma 5'' umhüllt, welches mit der Behälterwand 4'' die Anode 3'' mit ihrer Kohlepartikelschüttung in einem ringspaltförmigen Hohlzylinder aufnimmt. Der elektrische Strom wird über die Stromzuführung 2'' wie in Beispiel 1 zugeleitet. Der besondere Vorteil dieser Anordnung liegt in der nahezu beliebig vergrößerten Anoden-

oberfläche bei gleichzeitig äußerst geringen Anodenkosten.

Beispiel 4:

**[0036]** Ganz besonders bevorzugt ist jedoch die in Beispiel 3 beschriebene Anordnung in Verbindung mit einer Kathode (1; 1'; 1"; 1''') in der Form einer zylindrischen Bürste, wie sie in Fig. 4 angedeutet ist. Hierdurch lassen sich optimale Anoden- und Kathodenoberflächen und -oberflächenstrukturen äußerst kostengünstig herstellen.

Beispiel 5:

**[0037]** Besonders bevorzugt wird als Diaphragma (5; 5'; 5''; 5''') ein feinporiges Polyethylen-Sintermaterial verwendet, dessen Poren kleiner als die Korngröße der für die Anodenschüttung verwendeten Kohlepartikel sind.

Beispiel 6:

**[0038]** Die Korngröße der für die Anodenschüttung verwendeten Kohlepartikel liegt bevorzugt zwischen 0,1 und 10 mm, besonders bevorzugt zwischen 0,5 und 2 mm Durchmesser.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur elektrolytischen Behandlung von Wasser bzw. wässrigen Lösungen, insbesondere für die Verhinderung von unerwünschten Kalkausfällungen aus dem Wasser, mit mindestens zwei räumlich voneinander beabstandeten Elektroden, die im Betriebszustand auf unterschiedlichen elektrischen Potentialen gehalten werden, wobei die Potentialdifferenz mindestens so groß gewählt ist, daß eine Elektrolyse von Wasser zwischen den Elektroden erfolgt, mit einer Schüttung von an ihrem Platz fixierten Kohlenstoffpartikeln, in die elektrolytisch beständige Stromzuführungen (2; 2'; 2''; 2''') hineinragen, über welche Elektrolysestrom in die Elektroden eingeleitet wird, und mit einem Diaphragma (5; 5'; 5''; 5''') aus nichtleitendem Material, welches für die wässrige Lösung und den elektrischen Strom durchlässig ist, nicht jedoch für die Kohlenstoffpartikel der Schüttung, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Anode (3; 3'; 3''; 3''') vorgesehen ist, die aus einer Stromzuführung (2; 2'; 2''; 2'''), der Schüttung von Kohlenstoffpartikeln, in welche die Stromzuführung hineinragt, sowie dem die Schüttung umgebenden Diaphragma (5; 5'; 5''; 5''') aufgebaut ist, daß das Diaphragma (5; 5'; 5''; 5''') so ausgebildet ist, daß es die äußere Form der Anode (3; 3'; 3''; 3'''), deren räumlichen Lage, sowie deren Abstand zur nächstgelegenen

Kathode (1; 1'; 1"; 1''') bestimmt, daß zwischen dem Diaphragma (5; 5'; 5''; 5''') und der nächstgelegenen Kathode (1; 1'; 1"; 1''') keine Kohlenstoffpartikel angeordnet sind, und daß das Diaphragma (5; 5'; 5''; 5''') aus einem Sinterwerkstoff aus Kunststoff besteht, dessen Poren kleiner als die Korngröße der für die Anodenschüttung verwendeten Kohlenstoffpartikel sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Abstand zwischen dem Diaphragma (5; 5'; 5''; 5''') und der nächstgelegenen Kathode (1; 1'; 1"; 1''') kleiner als 50 mm ist, vorzugsweise zwischen 1 mm und 10 mm.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromzuführung (2; 2'; 2''; 2''') für die Einleitung des elektrischen Stromes in die Anodenschüttung aus mit Edelmetall und/oder Edelmetalloxid überzogenem Titan besteht.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (3; 3'; 3''; 3''') eine Aktivkohleschüttung enthält.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schüttungsdichte der Kohlenstoffpartikel zwischen 200 und 750 g/l, vorzugsweise 400 bis 600 g/l beträgt.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstoffpartikel der Anodenschüttung eine Korngröße zwischen 0,1 und 10 mm, vorzugsweise zwischen 0,5 und 2 mm aufweisen.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Diaphragma (5; 5'; 5''; 5''') eine Dicke zwischen 0,5 und 50 mm, vorzugsweise von 1 bis 5 mm aufweist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Diaphragma (5; 5'; 5''; 5''') aus feinporigem Polyethylen-Sintermaterial hergestellt ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Diaphragma (5') als zylindrische Hälse ausgebildet ist, die mit der Kohleschüttung der Anode (3') gefüllt und von der Kathode (1') umgeben ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Diaphragma (5'; 5'') und eine das Diaphragma (5''; 5''') umgebende äußere Wand (4''; 4''') einen Ringspalt einschlie-

ßen, der mit der Kohleschüttung der Anode (3"; 3''')  
befüllt ist, und daß das Diaphragma (5"; 5''') die  
Kathode (1"; 1''') ringförmig umschließt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekenn- 5  
zeichnet, daß die Kathode (1''') bürstenförmig, ins-  
besondere mit sternförmig radial abstehenden  
Borsten ausgebildet ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

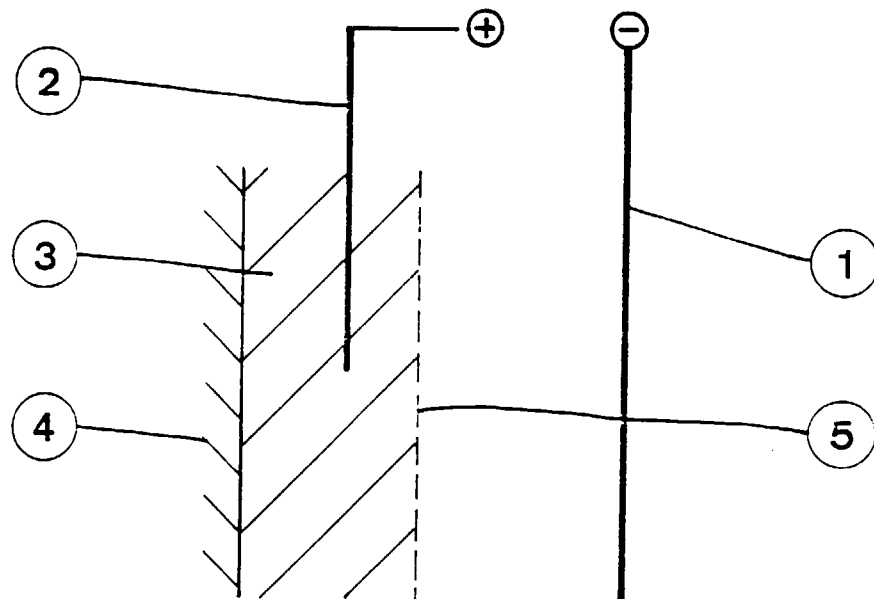


Fig 1

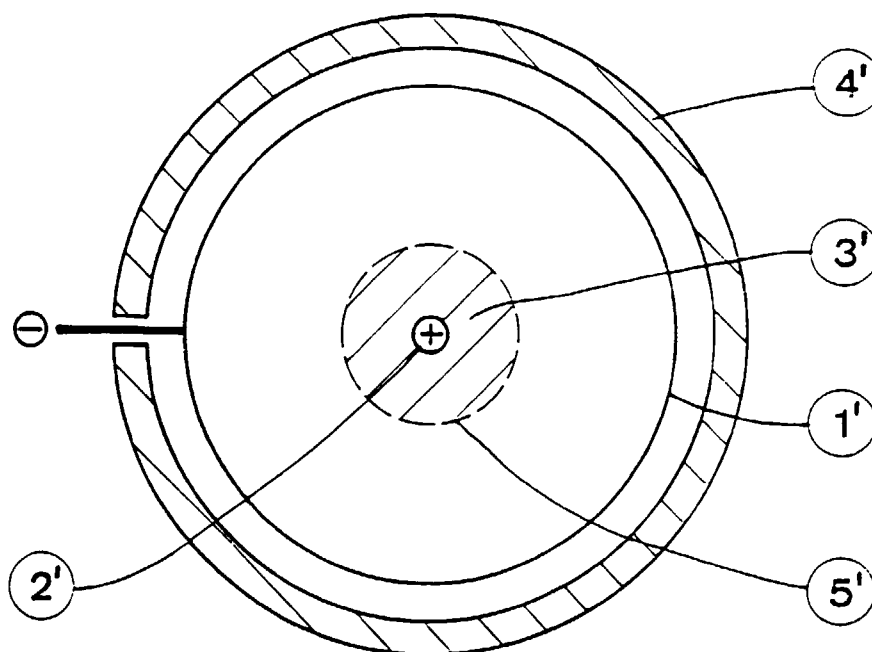


Fig 2

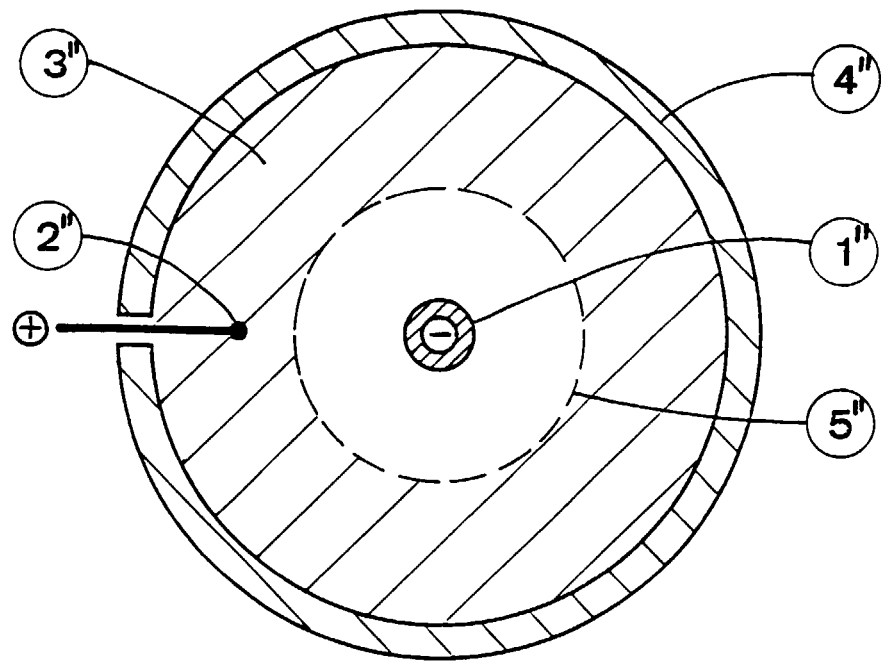


Fig 3

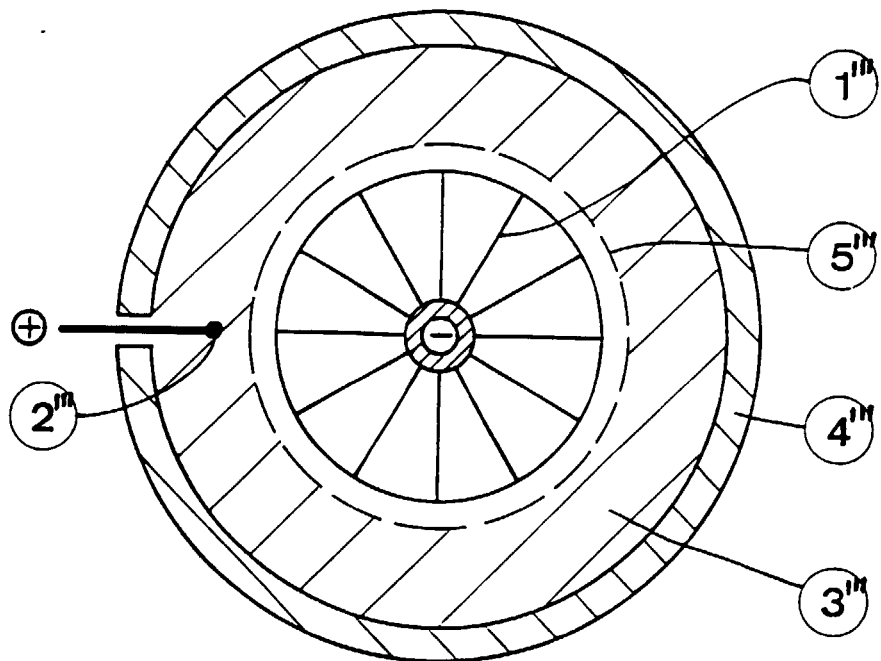


Fig 4



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 5538

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                    |                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                              | Betrifft Anspruch                                  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | DE 26 52 444 A (IND & TEK FORSKNING)<br>2. Juni 1977 (1977-06-02)<br>* das ganze Dokument *                                                                                                                                      | 1                                                  | C02F1/46                                |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | EP 0 037 325 A (EASTMAN KODAK CO)<br>7. Oktober 1981 (1981-10-07)<br>SEITE 1, ZEILEN 5-8, SEITE 4, ZEILE 24 BIS<br>SEITE 5, ZEILE 3, FIG. 5, 6                                                                                   | 1                                                  |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | US 4 400 250 A (FAIRHURST DAVID)<br>23. August 1983 (1983-08-23)<br>* Spalte 4, Zeile 10 *                                                                                                                                       | 1                                                  |                                         |
| Y,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DATABASE WPI<br>Section Ch, Week 197836<br>Derwent Publications Ltd., London, GB;<br>Class A88, AN 1978-64414A<br>XP002138642<br>& JP 53 088665 A (TOKYO ELECTRIC CO LTD),<br>4. August 1978 (1978-08-04)<br>* Zusammenfassung * | 1                                                  |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | US 5 256 268 A (GOTO NOBUTAKA ET AL)<br>26. Oktober 1993 (1993-10-26)<br>* Spalte 8, Zeile 20 *                                                                                                                                  | 1                                                  | C02F<br>C25B                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | SPALTE 6, ZEILEN 50-60, 7, ZEILEN 18-19, 9,<br>ZEILEN 40-47                                                                                                                                                                      |                                                    |                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WO 98 16477 A (WEISSENBACHER ANDREAS<br>;IRAUSCHEK HELMUT (AT); OBERHAUSER ERNST<br>(AT) 23. April 1998 (1998-04-23)<br>* Ansprüche 1,15,16 *                                                                                    | 1                                                  |                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WO 96 38384 A (UPSCALE TECHNOLOGIES INC)<br>5. Dezember 1996 (1996-12-05)<br>* das ganze Dokument *                                                                                                                              | 11                                                 |                                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                    |                                         |
| Recherchenort<br><b>DEN HAAG</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                  | Abschlußdatum der Recherche<br><b>24. Mai 2000</b> |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                  | Prüfer<br><b>Devisme, F</b>                        |                                         |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                    |                                         |

EPO FORM 1503 03/82 (P/4C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 5538

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-05-2000

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |             | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| DE 2652444                                          | A | 02-06-1977                    | NO                                | 753865 A    | 20-05-1977                    |
| EP 0037325                                          | A | 07-10-1981                    | FR                                | 2479273 A   | 02-10-1981                    |
|                                                     |   |                               | DE                                | 3164101 D   | 19-07-1984                    |
| US 4400250                                          | A | 23-08-1983                    | DE                                | 3169529 D   | 02-05-1985                    |
|                                                     |   |                               | EP                                | 0045142 A   | 03-02-1982                    |
|                                                     |   |                               | GB                                | 2081744 A,B | 24-02-1982                    |
|                                                     |   |                               | JP                                | 57053215 A  | 30-03-1982                    |
| JP 53088665                                         | A | 04-08-1978                    | KEINE                             |             |                               |
| US 5256268                                          | A | 26-10-1993                    | JP                                | 2022459 C   | 26-02-1996                    |
|                                                     |   |                               | JP                                | 5200387 A   | 10-08-1993                    |
|                                                     |   |                               | JP                                | 7041242 B   | 10-05-1995                    |
|                                                     |   |                               | JP                                | 4078486 A   | 12-03-1992                    |
|                                                     |   |                               | JP                                | 4219192 A   | 10-08-1992                    |
|                                                     |   |                               | JP                                | 2971571 B   | 08-11-1999                    |
|                                                     |   |                               | JP                                | 4210290 A   | 31-07-1992                    |
| WO 9816477                                          | A | 23-04-1998                    | AU                                | 4393597 A   | 11-05-1998                    |
|                                                     |   |                               | CN                                | 1233231 A   | 27-10-1999                    |
|                                                     |   |                               | EP                                | 0932583 A   | 04-08-1999                    |
| WO 9638384                                          | A | 05-12-1996                    | US                                | 5614078 A   | 25-03-1997                    |
|                                                     |   |                               | US                                | 5935392 A   | 10-08-1999                    |
|                                                     |   |                               | US                                | 5958196 A   | 28-09-1999                    |

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82